

УДК 621.313.322

## СИСТЕМА РЕЗЕРВНО-АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

**А. Л. Величко, А. А. Сердюк, М. А. Кобилянський**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39614, Украина. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

Выполнен анализ особенностей работы комплексов и устройств, обеспечивающих безопасность учебных лабораторий полуподвального помещения, на базе которых сформулированы требования к резервно-аварийному источнику электроснабжения. Разработана структура и алгоритм работы системы резервно-аварийного электроснабжения, позволяющие повысить надежность систем безопасности и жизнеобеспечения учебных лабораторий.

**Ключевые слова:** резервно-аварийный источник электроснабжения, системы безопасности и жизнеобеспечения.

## СИСТЕМА РЕЗЕРВНО-АВАРИЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ІЗОЛЬОВАНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

**О. Л. Величко, О. О. Сердюк, М.А. Кобилянський**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39614, Украина. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

Проведено аналіз особливостей роботи комплексів і пристроїв, що забезпечують безпеку навчальних лабораторій напівпідвального приміщення, на основі яких сформульовано вимоги до резервно-аварійного джерела електропостачання. Розроблено структуру та алгоритм роботи системи резервно-аварійного електропостачання, що дозволить підвищити надійність систем безпеки та життєзабезпечення навчальних лабораторій.

**Ключові слова:** резервно-аварійне джерело електропостачання, системи безпеки й життєзабезпечення.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** В настоящее время нельзя представить функционирование современных административных и промышленных зданий без систем вентиляции, аварийного освещения и водоотлива, охранной и звуковой сигнализации, видеонаблюдения и т.д. При этом следует отметить, что в большинстве случаев надежность работы таких систем имеет немаловажное значение в вопросах обеспечения безопасности учебных лабораторий административных и промышленных зданий при нарушении работы основной системы электроснабжения. Один из возможных способов решения такой проблемы может быть реализован на базе автономных генераторных установок, являющихся неотъемлемой частью системы резервного и аварийного электроснабжения.

Анализ существующих систем резервного и аварийного электроснабжения (СРАЭ), в основе которых используется дизельная генераторная установка, позволил выделить следующие недостатки:

- отсутствие системного подхода и обоснования принципов выбора структуры аварийного электроснабжения;
- постоянное использование дизельной генераторной установки с момента нарушения работы основной системы электроснабжения, в том числе при отсутствии необходимости в мощном источнике электроснабжения;
- отсутствие удаленного контроля состояния СРАЭ и режима работы ее потребителей;
- несвоевременное срабатывание устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

– отсутствие информационной взаимосвязи между элементами систем безопасности и жизнеобеспечения здания и источника аварийного электроснабжения.

Таким образом, разработка системы резервного и аварийного электроснабжения административных зданий, которая бы позволила в период аварийного отключения основной энергосети обеспечить по мере необходимости электроснабжение систем безопасности и жизнеобеспечения здания, является актуальной научно-исследовательской задачей.

Целью работы является разработка системы резервно-аварийного электроснабжения учебных лабораторий и ее интеграция в системы безопасности и жизнеобеспечения комплекса лабораторий.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Анализ учебных лабораторий, расположенных в полуподвальном помещении ВУЗа, позволил выделить следующие установки и устройства, входящие в состав систем безопасности и жизнеобеспечения: вентиляторную установку (ВУ), охранную сигнализацию (ОС), установку аварийного водоотлива (АВ), системы видеонаблюдения (СВ) и оповещения (СО), звуковую сигнализацию (ЗС), пожарную сигнализацию (ПС) и аварийное освещение (АО).

Вентиляторная установка, упрощенная функциональная схема которой приведена на рис. 1, выполняет функцию поддержания микроклиматических параметров комплекса учебных лабораторий посредством вентилятора, работающего на сложную разветвленную аэродинамическую сеть [1–4].

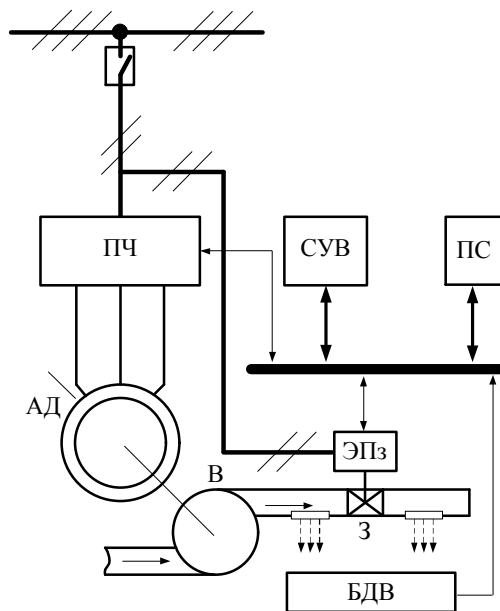


Рисунок 1 – Функциональная схема (упрощенная) вентиляторной установки

Последняя оснащена запорно-регулирующей арматурой 3, которая позволяет организовать гибкое и неконфликтное управление перераспределением воздушных потоков между вентилируемыми помещениями при стабилизации микроклиматических и микроэкологических параметров, а также изолировать учебные лаборатории в периоды неконтролируемых возгораний. В качестве электропривода вентилятора используется асинхронный двигатель АД, силовая цепь которого оснащена преобразователем частоты ПЧ. Система управления вентиляторной установкой СУВ выполняет свои функции по формированию управляющих воздействий посредством обработки данных, поступающих с блока датчиков БДВ, контролирующих энергетические, технологические, микроклиматические и экологические параметры технологического комплекса. Также

следует отметить, что сигналы с блока датчиков БДВ являются основными в системах пожарной сигнализации ПС, т.к. контроль химического состава воздуха, резко изменяющегося из-за термического разложения (пиролиза) перегретых и начинающих тлеть горючих материалов, является одним из достоверных способов обнаружения пожара на ранних стадиях [5]. Так, при возникновении пожарной обстановки в одной из лабораторий система ПС определяет место локализации возгорания. Это является предпосылкой для формирования СУВ сигнала управления на изолирование подачи воздуха в помещение посредством отсечения запорно-регулирующей арматурой участков аэродинамической сети, подающих воздух в область возгорания.

Установка аварийного водоотлива (АВ) выполняет функцию защиты комплекса учебных лабораторий от подтоплений, обусловленных следующими факторами:

- локальным нарушением существующей гидроизоляции при прокладке инженерных коммуникаций;
- географическим расположением учебного корпуса с лабораториями вблизи речного бассейна реки Днепр, что способствует повышению уровня подземных вод в осенний и весенний периоды года;
- просадкой труб и колодцев городских систем канализации и водоснабжения, способствующих формированию кондуктонов, заполняющихся осадками;
- прорывом водопроводных коммуникаций в корпусе.

Свои защитные функции установка выполняет на базе насосной станции, размещенной в низкой точке лабораторий полуподвального помещения, которая включает в свой состав (рис. 2): насос Н, оснащенный частотно-регулируемым асинхронным электродвигателем АД, в силовой цепи которого установлен преобразователь частоты ПЧ; резервуаром для сбора жидкости из дренажной системы; трубопроводную арматуру. Реализацию автоматической работы АВ обеспечивает система управления СУАВ, формирующая сигналы управления в соответствии с данными, которые поступают с датчика уровня ДУ, установленного в резервуаре для контроля уровня приточных вод.

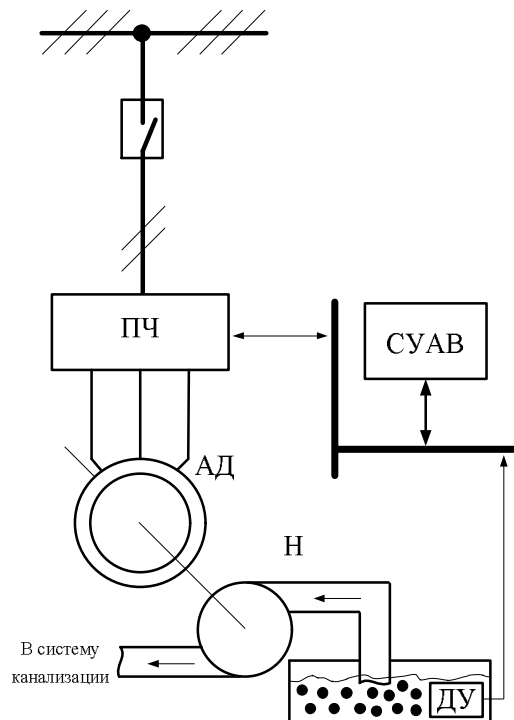


Рисунок 2 – Функциональная схема установки аварийного водоотлива

Для оповещения об опасности людей, находящихся в здании, и предотвращения возможной паники при возникновении нештатных ситуаций лаборатории оснащены звуковой сигнализацией ЗС и системой речевого оповещения СО с отдельными зонами включения. Следует отметить, что система управления ЗС и СО осуществляет формирование управляющих воздействий на базе сигналов, поступающих по информационной шине с других устройств системы безопасности и жизнеобеспечения (ПС, АВ и т.д.). Основной задачей системы управления ЗС и СО является определение приоритета и места возникновения аварии. Это позволит системе речевого оповещения воспроизвести информационное сообщение, соответствующее ситуации, с одновременным включением сирен ЗС и сопровождающей индикации, которой оснащена система АО.

Немаловажным при работе ЗС и СО является информация, поступающая из систем видеонаблюдения и охранной сигнализации. Основной задачей СВ является не только обеспечение сохранности материальных ценностей лабораторного комплекса, но и контроль доступности, а также работоспособности аварийных (эвакуационных) выходов при возникновении нештатных ситуаций.

Анализ рассмотренных выше особенностей работы комплексов и устройств, обеспечивающих безопасность учебных лабораторий полуподвального помещения, позволил сформулировать требования к СРАЭ. Таким образом, система должна:

- вводиться в эксплуатацию за минимальный период времени;
- иметь защиту от короткого замыкания у потребителей, чтобы не допускать аварийных режимов работы, и при их выявлении отключать аварийные участки от резервного источника электрической энергии;
- оставаться работоспособной и выполнять свои функции независимо от причин исчезновения напряжения на шинах потребителей;
- учитывать наличие в основной системе электроснабжения кратковременных просадок напряжения, обусловленных включением мощных устройств;
- исключать возникновение автоколебаний в системе автоматического регулирования напряжением, обусловленное включением и выключением различных типов нагрузки;
- иметь открытую архитектуру для свободной ее интеграции в систему безопасности и жизнеобеспечения;
- оповещать ответственных за учебные лаборатории о наличии нештатных ситуаций (запуск СРАЭ, наличие возгораний, подтоплений и т.п.).

С учетом сформулированных требований авторами разработана функциональная схема резервно-аварийного электроснабжения систем безопасности и жизнеобеспечения лабораторий полуподвального помещения, которая приведена на рис. 3 и имеет три режима работы:

спящий режим – все устройства систем безопасности и жизнеобеспечения получают электроэнергию от основной сети электроснабжения. При этом некоторые устройства СРАЭ (аккумуляторная батарея АКБ с датчиком уровня заряда ДЗБ) также подключены к основной системе электроснабжения;

режим ожидания – датчики и системы управления комплексов, обеспечивающих безопасность учебных лабораторий, запитаны от стационарно установленной аккумуляторной батареи АКБ;

рабочий режим – соответствует периоду функционирования дизельной генераторной установки. При этом все устройства систем безопасности и жизнеобеспечения подключены к СРАЭ.

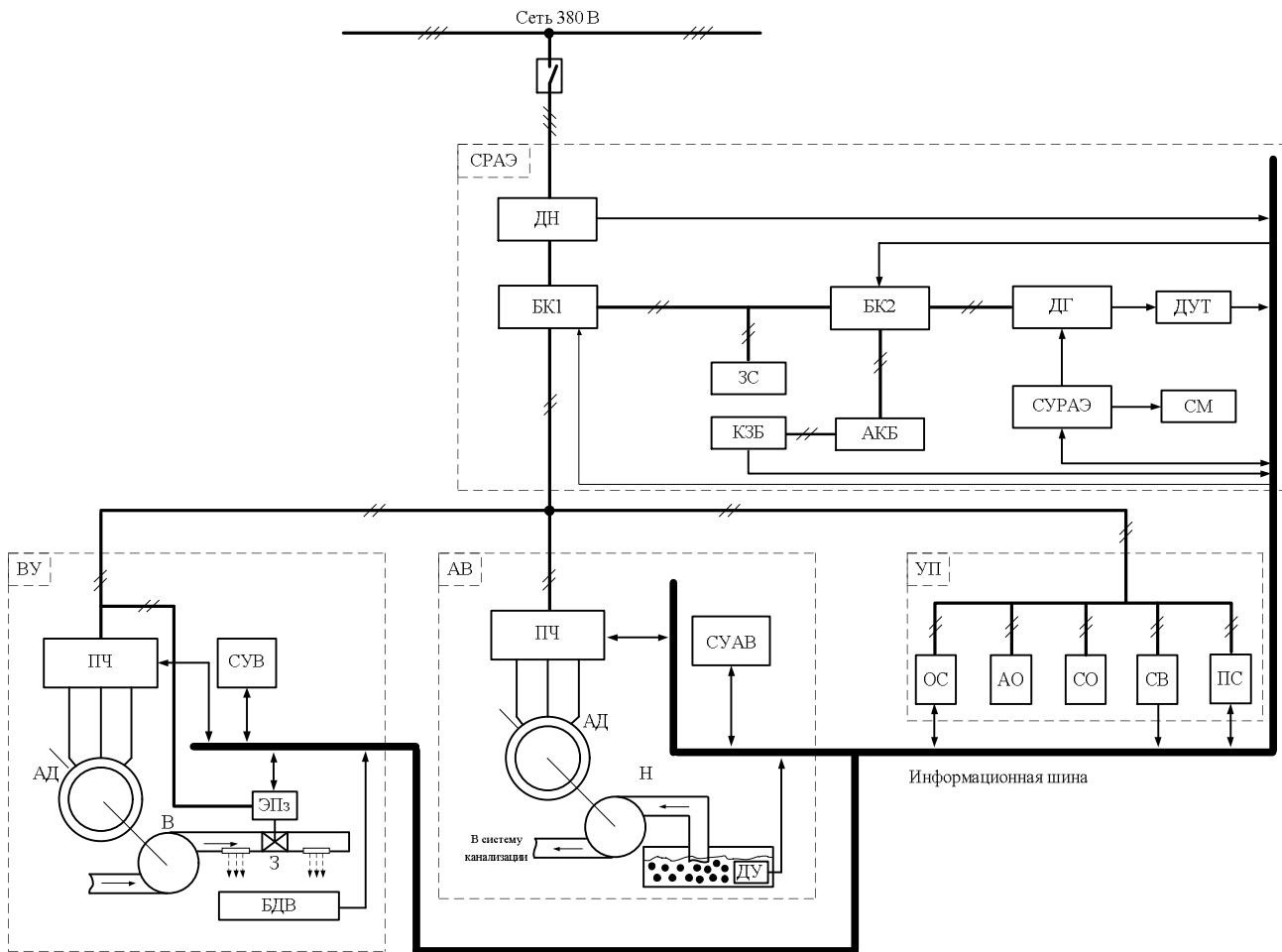


Рисунок 3 – Функциональная схема резервного и аварийного электроснабжения:  
 ДН – датчик напряжения; БК1, БК2 – блоки коммутации;  
 АВР – аварийный ввод резерва; ДГ – дизельный генератор;  
 СУРАЭ – система управления дизельным генератором;  
 АКБ – аккумуляторная батарея; ВУ – вентиляционная установка;  
 СУВ – система управления вентиляции; АД1, АД2 – асинхронные двигатели;  
 В – вентилятор; ПЧ1, ПЧ2 – преобразователи частоты;  
 БДКПВ – блок датчиков контроля параметров вентиляции;  
 АВ – аварийный водоотлив;  
 СУАВ – система управления аварийным водоотливом;  
 Н – насос; ДУ – датчик уровня; УП – учебное помещение;  
 АО – аварийное освещение; ОС – охранный сигнализация;  
 ЗС – звуковая сигнализация; КЗБ – контроллер заряда батареи;  
 ДУТ – датчик уровня топлива; СМ – система мониторинга;  
 СО – система оповещения; СВ – система видеонаблюдения;  
 ПС – пожарная сигнализация

Рассмотрим более подробно структуру СРАЭ, интегрированную в комплексы, обеспечивающие безопасность учебных лабораторий. В качестве генератора в СРАЭ используется промышленная дизель-генераторная установка ДГ, дополнительно оснащенная электромеханической системой запуска. Питание последней осуществляется от стационарно установленной аккумуляторной батареи АКБ, которая также является источником резервного питания датчиков и систем управления рассмотренных выше комплексов, которые находятся в режиме ожидания. Для контроля уровня заряда аккумуляторной батареи АКБ комплекс резервного аварийного электроснабжения оснащен датчиком ДЗБ, сигнал которого является одним из определяющих необходимость запуска генератора ДГ, т.е. вывода СРАЭ из режима ожидания для непосредственного увеличения уровня заряда стационарно установленной аккумуляторной батареи АКБ. Также следует отметить, что в случае наличия основного электроснабжения в учебных лабораториях датчик ДЗБ выполняет свое функциональное назначение по обеспечению максимального уровня заряда АКБ.

Контроль наличия напряжения в СРАЭ обеспечивается датчиком напряжения, сигнал с которого является определяющим для перевода разработанного комплекса из «спящего» в режим ожидания.

Для коммутации цепей основного и резервного электроснабжения СРАЭ оснащена блоками коммутации БК1 и БК2. Первый предназначен для коммутации цепей управления между СРАЭ и комплексами, обеспечивающими безопасность и охрану учебных лабораторий, второй – для коммутации цепей в СРАЭ.

Контроль режимов работы систем безопасности и жизнеобеспечения при нарушении основного электроснабжения выполняется установленной в СРАЭ системой мониторинга СМ, которая оснащена GSM-модемом. Это позволяет информировать ответственных за технику безопасности в учебных лабораториях о текущем режиме работы СРАЭ и наличии аварийных ситуаций в учебных помещениях.

Для повышения надежности работы систем аварийного электроснабжения и комплексов жизнеобеспечения в рассмотренных установках использован подход децентрализованных систем управления, что позволяет каждому компоненту систем безопасности и жизнеобеспечения иметь прикладное целевое назначение [6].

На рис. 4 приведен обобщенный алгоритм работы СРАЭ, в соответствии с которым система управления аварийным электроснабжением формирует сигналы на запуск и остановку ДГ. Предложенный алгоритм учитывает необходимость функционирования и количество неудачных запусков ДГ. В случае превышения установленного персоналом значения  $n_{mp}$ , характеризующего количество совершенных последовательно неудачных запусков, СУРАЭ информирует персонал о наличии аварии.

Таким образом, СРАЭ позволит:

- максимально быстро обеспечить электроснабжение систем управления и датчиков КОБУЛ (в том числе и аварийного электроснабжения);
- отключать аварийные участки от резервного источника электрической энергии посредством блоков коммутации БК1, БК2;
- оставаться работоспособной и выполнять свои функции независимо от причин исчезновения напряжения на шинах потребителей и оповещать ответственных за учебные лаборатории о наличии нештатных ситуаций;
- учитывать наличие в основной системе электроснабжения кратковременных просадок напряжения, обусловленных включением мощных устройств.

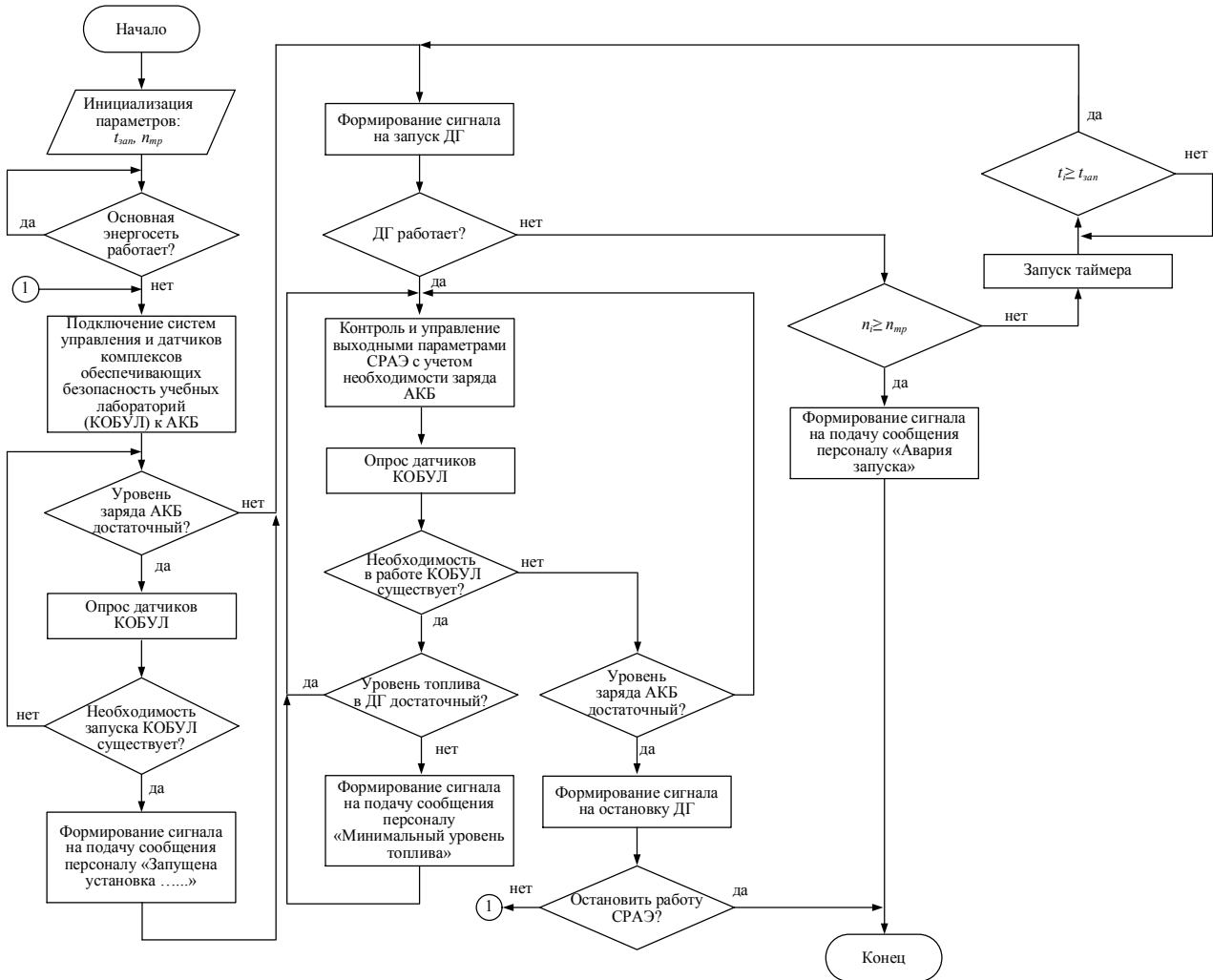


Рисунок 4 – Алгоритм работы СРАЭ:

ДГ – дизельный генератор;  $t_i, t_{зап}$  – текущее и установленное время паузы, соответственно;  $n_i, n_{тр}$  – текущее и установленное количество последовательных неудачных запусков ДГ, соответственно; КОБУЛ – комплексы, обеспечивающие безопасность учебных лабораторий; СРАЭ – система резервно-аварийного электроснабжения

**ВЫВОДЫ.** На базе анализа комплексов и устройств, входящих в состав систем безопасности и жизнеобеспечения учебных лабораторий, сформулированы требования к резервно-аварийному источнику электроснабжения.

Предложенная структура и подход к интеграции резервно-аварийного электроснабжения позволят повысить надежность систем безопасности и жизнеобеспечения учебных лабораторий.

Разработанный алгоритм формирования управляющих сигналов в системе резервно-аварийного электроснабжения учитывает необходимость работы дизельной генераторной установки, что позволяет более рационально использовать топливо и моторесурс дизельного (бензинового) привода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сукач С.В., Шутька О.В. Технічні рішення з підвищення ефективності системи індивідуального провітрювання лабораторних приміщень // Вісник КДУ ім. М. Остроградського. – 2010. – Вип. 3/2010 (62), част. 2. – С. 51–55.

2. Сукач С.В. Энергоэффективность систем проветривания изолированных помещений // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 3/2008 (50), част. 1. – С. 149–151.

3. Величко А.Л., Метель А.С., Сукач С.В. Компьютеризированная система жизнеобеспечения. Седьмая всеукраинская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Электромеханические системы, методы моделирования и оптимизации». – Кременчуг, 02–04 апреля 2009. – С. 71–72.

4. Мозговой А.В., Сукач С.В., Величко А.Л., Кобылянский М.А. Стабилизация климатических параметров в лабораторных помещениях с использованием двухканальной системы управления // Вісник КДУ ім. М. Остроградського: Збірник наукових праць КДУ. – Вип. 4/2010 (63), част. 3. – Кременчук: КДУ, 2010. – С. 49–52.

5. Кобылянский М.А., Мозговой А.В., Величко А.Л. Автоматизированный комплекс пожаротушения и интеграция его в систему безопасности и жизнеобеспечения учебных лабораторий. Десятая всеукраинская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Электромеханические системы, методы моделирования и оптимизации». – Кременчуг, 28–29 марта 2012. – С. 37–39.

6. Топольский Н.Г., Иванников В.Л. Автоматизированная система безопасности и жизнеобеспечения объекта. Патент международной регистрационной палаты № 000112 (0000910015, серия МО от 15.08.96).

## SYSTEM OF RESERVE-EMERGENCY POWER SUPPLY OF THE ISOLATED EDUCATIONAL LABORATORIES

**A. Velichko, A. Serdjuk, M. Kobilyanskiy**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

ul. Pervomayskaya, 20, Kremenchug, 39600, Ukraine. E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)

The analysis of features of complexes and devices operation, providing safety of educational laboratories in semi-base apartment, on the basis of which requirements to the reserve-emergency source of power supply are formulated, has been carried out. The structure and algorithm of the system standby-emergency power supply, allowing to increase the reliability of safety systems and life support training labs.

**Key words:** reserve-emergency source of power supply, systems of safety and life-support.

## REFERENCES

1. Sukach S.V., Shutka O.V. Technical Solutions of Efficiency Increase of the System of Individual Ventilation of the Laboratories // *Visnyk of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State University*. – 2010. – Iss. 3/2010 (62), part 2. – PP. 51–55. [in Ukrainian]

2. Sukach S.V. Energy Efficiency of Ventilation System of Isolated Rooms // *Visnyk of Kremenchuk State Polytechnic University: Trans. of scientific papers of KSPU*. – Iss. 3/2008 (50), part 1 – Kremenchuk: KSPU, 2008. – PP. 149–151. [in Russian]

3. Velychko A.L., Metel A.S. Sukach S.V. *Computerized System of Life Support*. The seventh scientific-technical conference of young scientists and specialists “Electromechanical systems, methods of modeling and optimization”. – Kremenchug, April 02–04, 2009. – PP. 71–72. [in Russian]

4. Mozgovoy A.V., Sukach S.V., Velychko A.L. Kobilyanskiy M.A. Stabilization of Climatic Parameters in Laboratories with the Use of Two-channeled System of Control // *Visnyk of Kremenchuk of Mykhailo Ostrohradskyi State University: Transactions of Scientific Papers of KSU*. – Iss. 4/2010 (63), part 3. – Kremenchuk: KSU, 2010. – PP. 49–52. [in Russian]

5. Kobilyanskiy M.A., Mozgovoi A.V., Velychko A.L. *Automatized Complex of Fire-fighting and its Integration in the System of Security and Life Support of Studying Laboratories*. The tenth



All-Ukrainian scientific-technical conference of young scientists and specialists "Electromechanical systems, methods of modeling and optimization". – Kremenchug, March 28–29, 2012. – PP. 37–39. [in Russian]

6. Topolskyi N.G., Ivannikov V.L. *Automatized System of Security and Life Support of an Object*. Patent of International Registration Board No. 000112 (0000910015, series MO from 15.08.96). [in Russian]



Величко Александр Леонидович,  
ассистент кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47.  
E-mail: saue@kdu.edu.ua



Сердюк Александр Александрович,  
ассистент кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47.  
E-mail: saue@kdu.edu.ua



Кобылянський Максим Анатольевич,  
ассистент кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47.  
E-mail: saue@kdu.edu.ua

Стаття надійшла 25.06.2013  
Рекомендовано до друку  
д.техн.н., проф. Чермалих В.М.